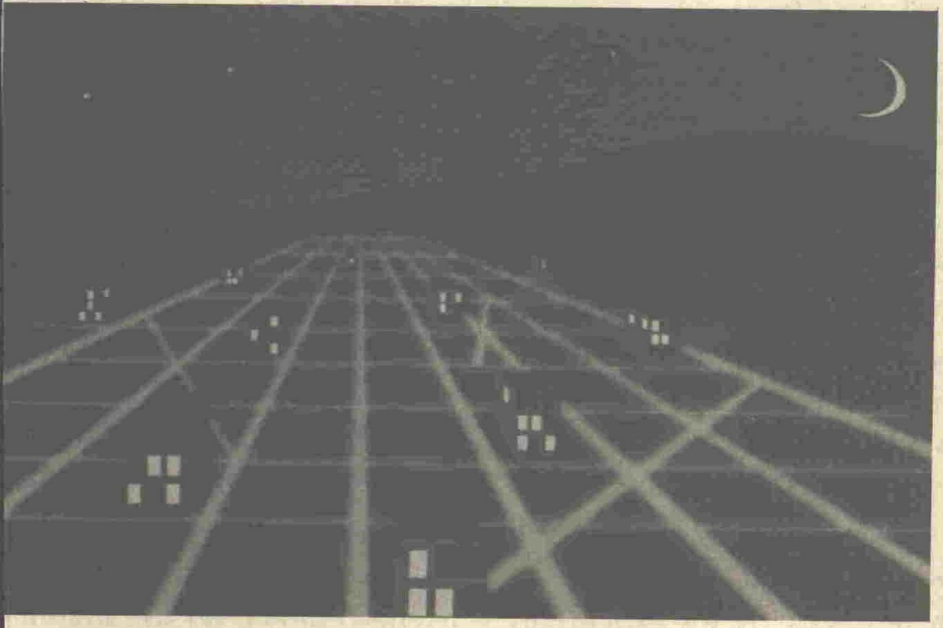
เรื่องน่าอ่าน
สนัส พรหมสิทธิ์

X-วินโดว์
ไม่ใช่เรื่องยากสำหรับคุณ



หนทางไปสู่ GUIs
ที่ช่วยให้คอมพิวเตอร์
กลายเป็นของกล้วย ๆ

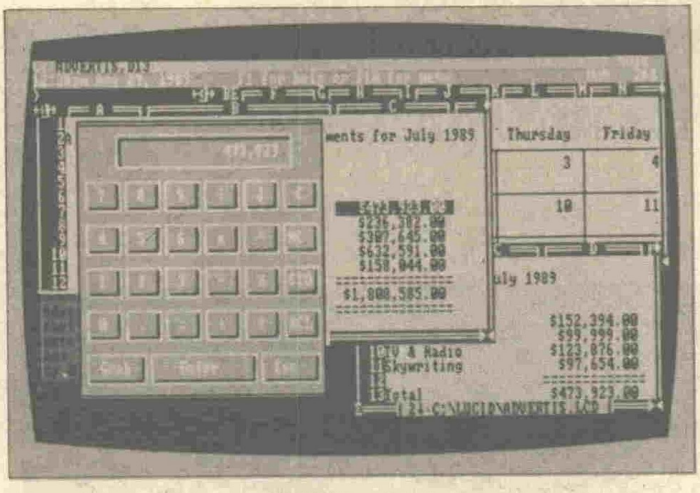
เรื่องของระบบเอกซ์วินโดว์ (X Window System) นั้นจะอยู่ในโลกของกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟส (Graphical User Interfaces:GUIs) ซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่จะทำให้ใช้คอมพิวเตอร์ได้ง่ายขึ้น ก่อนที่จะเข้าถึงรายละเอียดของระบบวินโดว์ ผู้เขียนขอเล่าประวัติความเป็นมาของเรื่องนี้รวมทั้งกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสอย่างกว้าง ๆ เสียก่อน เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นที่จะก้าวไปสู่ประเด็นต่าง ๆ ของเอกซ์วินโดว์ในภายหลัง

ประวัติของเอกซ์วินโดว์เริ่มเมื่อปี 1982 เมื่อพอล อเซ็นต์ (Paul Asente) และเบรียน รีด (Brien Reid) แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดได้พัฒนาระบบวินโดว์อิ้ง W (W windowing system) ขึ้นมาเป็นครั้งแรกในรูปของระบบเน็ตเวอร์กวินโดว์ที่เป็นอะซิงโครนัส (asynchronous) ที่วิ่งใต้ระบบดำเนินงานของสแตนฟอร์ด (Stanford's V operating system) หลังจากนั้นหนึ่งปีอเซ็นต์กับรีดก็ได้แปลงวินโดว์อิ้ง W ให้ไปอยู่ภายใต้ระบบดำเนินงานยูนิกซ์ และในเวลาเดียวกันก็ได้มอบหมายวินโดว์อิ้ง W ที่เป็นยูนิกซ์ให้กับจิม เก็ตตี้ (Jim Gettys) และโรเบิร์ต ไชฟ์เลอร์ (Robert Scheifler) ผู้ซึ่งจะมาเป็นสถาปนิกซอฟต์แวร์ในเอกซ์วินโดว์ในกาลต่อมา ประมาณ 1 ปีผ่านไปราวเดือนพฤษภาคม ค.ศ.1983 ทั้งสองได้แปลง W ให้เป็นระบบอะซิงโครนัสที่เรียกว่าระบบเอกซ์-วินโดว์เหมือนชื่อที่เรียกในตอนแรก เพราะเก็ตตี้และไชฟ์เลอร์อยากจะตั้งชื่อระบบเสียใหม่ให้ดีกว่านี้ แต่จนแล้วจนรอดก็ไม่มีโอกาสที่จะหาชื่อดีกว่านี้ได้สำเร็จ ในช่วงปีค.ศ.1985 วิศวกรของเอ็มไอทีและเด็คได้ร่วมกันพัฒนาเอกซ์-วินโดว์ชนิดซาบซึมดื่มด่ำกับงานนี้ ซึ่งในขณะนั้นเอ็มไอทีได้รับบริจาคและการช่วยเหลืออะไรหลาย ๆ อย่างจากไอบีเอ็มและเด็คในโครงการ Athena เพื่อการสร้างคอมพิวเตอร์เน็ตเวอร์กให้แผนกต่าง ๆ ของเอ็มไอทีได้มีโอกาสใช้พีซีและเวอร์กสเตชั่นกันมากขึ้น เนื่องจากว่าที่แล้ว ๆ มามีเพียงแผนกคอมพิวเตอร์-ศาสตร์กับวิศวกรรมไฟฟ้าสองหน่วยงานของมหาวิทยาลัยแห่งนี้ที่มีคอมพิวเตอร์ใช้มากที่สุด จนแผนกอื่นถูกลืมเลือน จุดนี้เองเป็นที่มาของโครงการ Athena ที่มีส่วนบันดาลให้เกิดเอกซ์วินโดว์ขึ้นมาเป็นผลพลอยได้ จนในเดือนกันยายน 1985 เอ็มไอทีก็ได้ประกาศตัวเอกซ์-วินโดว์เวอร์ชัน 9.0 ออกมาให้โลกรู้จัก

ซึ่งสามารถใช้กับ VAX station II จากนั้นก็มีรีลีสอื่น ๆ ของเอกซ์วินโดว์ประกาศตามกันออกมาเรื่อย ๆ เช่น X11R1, X11R3 รวมทั้งเรื่องของการอัพเกรดที่จะต้องมีมาอีกเป็นครั้งคราว ซึ่งก่อนที่จะพูดถึงรายละเอียดของเอกซ์วินโดว์ ผู้เขียนขอเริ่มตรงจุดที่กว้างที่สุดเสียก่อนคือ เรื่องของกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟส

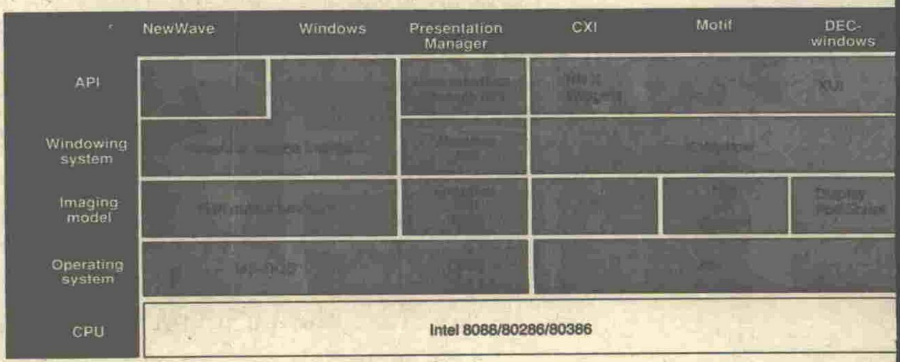
GUIs คืออะไร

ระบบวินโดว์อิ้งนั้นคือเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมและคำสั่งชุดหนึ่งไว้สำหรับสร้างวินโดว์ เมนูต่าง ๆ รวมทั้งไดอะลอกบ๊อกซ์ (dialog boxes) ที่ปรากฏบนสกรีน โดยโปรแกรมและคำสั่งดังกล่าวจะทำหน้าที่ควบคุมการสร้างวินโดว์ ตลอดจนการกำหนดขนาดของวินโดว์ รวมทั้งการเคลื่อนไหวของวินโดว์ไปบนสกรีน และวิธีที่ผู้ใช้จะเคลื่อนย้ายจากวินโดว์หนึ่งไปยังอีกวินโดว์หนึ่ง ตัวอย่างของระบบวินโดว์อิ้งก็มีอาทิเช่น เอกซ์วินโดว์ แต่ยังถือว่าไม่ได้เข้าข่ายที่เป็นกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสอย่างสมบูรณ์แบบ เพราะเอกซ์วินโดว์จัดเป็นระบบวินโดว์อิ้งชนิดหนึ่งที่เป็นเสมือนจุดร่วมในกลุ่มของกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสแบบต่าง ๆ ประกอบกับว่ากราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสทุกชนิดที่เป็นเอกซ์วินโดว์ต้องอาศัยระบบวินโดว์อิ้งอันเดียวกัน รวมทั้งการร่วมกันใช้โปรแกรมมิ่งทูล (programming tool) ชุดเดียวกันสำหรับพัฒนาแอพพลิเคชั่นต่าง ๆ อีกด้วย ในทางตรงกันข้ามถ้าจะถามว่าตัวอย่างของกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสที่สมบูรณ์แบบนั้นมีหรือไม่ ก็จะได้คำตอบว่ามีแน่นอนนั่นคือไมโครซอฟต์วินโดว์ที่ถือว่าเป็นกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสชนิดสมบูรณ์แบบที่มีระบบวินโดว์อิ้งเป็นของตัวเอง รวมทั้งอิมเมจิ้งโมเดลและแอพพลิเคชั่นโปรแกรมอินเตอร์เฟส (Application Program Interface หรือ API) ดังรูปที่ 1



วินโดว์แบบสามมิติ

อิมเมจิ้งโมเดล (imaging model) จะเป็นตัวกำหนดฟอนต์และกราฟิกต่าง ๆ ว่าจะสร้างขึ้นมาบนสกรีนอย่างไร ตัวอย่างเช่น ตัวพิมพ์และขนาดของเทกซ์ในเวิร์ดโปรเซสเซอร์ หรือโปรแกรมที่เกี่ยวกับการพิมพ์บนโต๊ะที่ต้องอาศัยอิมเมจิ้งโมเดล รวมทั้งการกำหนดเส้นตรงและเส้นโค้งต่าง ๆ ในโปรแกรม computer aided design (CAD) ตัวอย่างของอิมเมจิ้งโมเดลที่รู้จักกันดีคือ



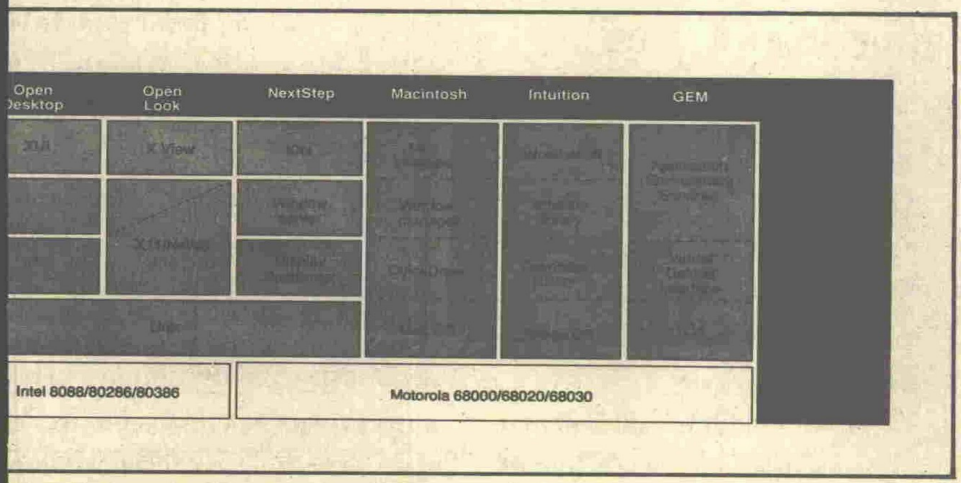
รูปที่ 1
ค่ายของ GUIs นั้นจะมีเพียงกลุ่มใหญ่ ๆ ไม่กี่กลุ่ม เช่น Systems Application Architecture (SAA) ของไอบีเอ็ม ซึ่งแต่ก่อนนี้เรียกว่าวินโดว์ และพรีเซนเตชั่นแมเนเจอร์ (Presentation Manager) ส่วนระบบยูนิกซ์นั้นก็ยังอาศัยเอกซ์วินโดว์ และระบบที่อยู่ในรูปของแมค (Maclike) ที่มีความเป็นกลุ่มก้อนและความเด่นชัดเป็นของตัวเอง เส้นประที่ปรากฏอยู่ในรูปข้างต้นจะหมายถึงการมีอะไรหลายอย่างที่เหมือนกับชนิดเดียวกัน ส่วนที่แสดงไว้ด้วย * จะเป็นเทคโนโลยีที่สงวนลิขสิทธิ์ หรือเป็นกรณีที่ยังไม่มีการกำหนดชื่อทางการค้าให้ทราบ

โพสต์สคริปต์ที่ใช้ในเลเซอร์พรินเตอร์ โดยมีดิสเพลย์โพสต์สคริปต์เป็นสกรีน-เวอร์ชันของโพสต์สคริปต์อิมเมจิ้งโมเดล ส่วนอิมเมจิ้งโมเดลของแมคอินทอชก็คือ QuickDraw อันรวมไปถึงพรีเซนเตชั่นแมเนเจอร์ (PM) ของไมโครซอฟต์ สำหรับโอเอสทูที่ใช้อิมเมจิ้งโมเดลที่เรียกว่ากราฟิกโปรแกรมมิ่งอินเตอร์เฟส (Graphic Programming Interface:GPI) กราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสบางอันสามารถให้การสนับสนุนอิมเมจิ้งโมเดลมากกว่าหนึ่งแบบ เช่น Network Extensible Window System (NeWS) ของ Sun ที่จะเหมือนกับโพสต์สคริปต์อิมเมจิ้ง-โมเดล และในขณะเดียวกันก็สามารถแปลงสกรีนให้เป็นระบบกราฟิกอิมเมจิ้งที่สมบูรณ์แบบ (เช่น PHIG หรือ GKS) ไว้สำหรับควบคุม CAD โปรแกรม ส่วน API จะหมายถึงภาษาโปรแกรมชุดหนึ่งในรูปของฟังก์ชันการเรียกใช้ (function call) ที่โปรแกรมเมอร์ใช้สำหรับกำหนดวิธีที่วินโดว์ เมนู ตลอดจนสครอลล์บาร์ (scroll bars) กับไอคอน (icons) ต่าง ๆ จะปรากฏบนสกรีน

ทั้งพรีเซนเตชั่นแมเนเจอร์ (PM)

สัญลักษณ์ของโครงการ Athena (อะธีน่า) ที่เอ็มไอที

และไมโครซอฟต์วินโดว์ก็จะมี API เป็นของตัวเอง ส่วนวินโดว์ของเด็คนั้นใช้ API ที่เรียกว่า X User Interface (XUI) ที่รวมเอาฟังก์ชันการเรียกใช้ต่าง ๆ ของระบบเอกซ์วินโดว์ไว้ด้วย API ตัวใหม่ของระบบดำเนินงานของ Sun ก็คือ OpenLook ส่วน NextStep ของ Next คอมพิวเตอร์นั้นก็มี API เป็นของตัวเองพร้อมด้วยระบบวินโดว์อิ้งของตน เหนือขึ้นไปจากระบบวินโดว์อิ้ง อิมเมจิ้งโมเดล และ API ก็ยังมีบางระบบที่มีเครื่องช่วยในการสร้างอินเตอร์เฟสและการพัฒนาแอพพลิเคชั่นแบบเบ็ดเสร็จ เช่น NewWave ของฮิวเล็ตต์-แพคการ์ดที่ไม่ได้เป็นยูสเซอร์อินเตอร์เฟส แต่จะเป็นวิธีสำหรับผนวกรวมแอพพลิเคชั่นต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รวมทั้งออบเจ็กต์ (objects) จากแอพพลิเคชั่นหลาย ๆ อัน ทั้งหมดนี้เป็นเพียงเรื่องราวย่อ ๆ ว่า GUIs คืออะไร และเกี่ยวข้องกับเอกซ์-วินโดว์อย่างไร ซึ่งจากนี้ผู้เขียนจะกล่าวถึงเฉพาะ GUIs กับเอกซ์วินโดว์ในส่วนที่เห็นว่ามีอะไร ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน โดยจะเริ่มที่กราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสแล้วไปสิ้นสุดที่เอกซ์วินโดว์



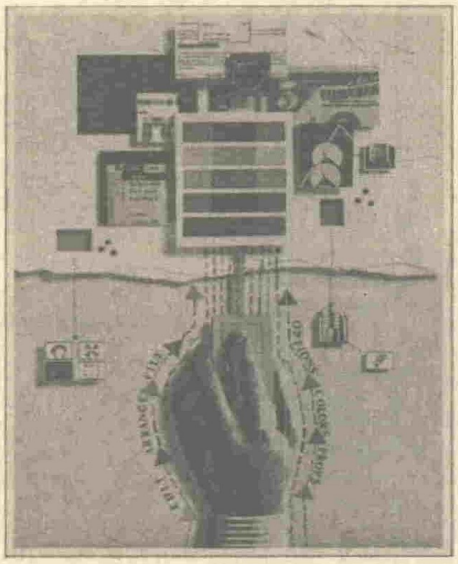
โลกของ GUIs

เมื่อประมาณปี 1984 โลกของกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสยังไม่ซับซ้อนเหมือนทุกวันนี้ เพราะในครั้งนั้นจะมีเพียงแค่แอปเปิ้ลที่เริ่มเรื่องนี้ในพีซีที่เรียกว่าแมคอินทอช ซึ่งก่อนหน้านี้ก็มีนักวิจัยที่ศูนย์วิจัยพาโลอัลโตของเซร็อกซ์ที่ได้สร้างกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสที่เรียกว่า Xerox Star ขึ้นมา ต่อมาสตีฟ จ๊อบได้มีโอกาสเดินทางไปเยี่ยมเยือนศูนย์วิจัยแห่งนี้ แล้วได้แลเห็นการทำงานของ Star จึงได้นำกลับไปที่แอปเปิ้ล และไปใช้กับแมคอินทอช เวลาผ่านไปได้ราวห้าปี การรุดหน้าในเรื่องนี้เป็นไปอย่างขนานใหญ่ คือได้เกิดมีวินโดว์สำหรับแมค อันอาจสืบเนื่องมาจาก Star ที่สตีฟ จ๊อบได้ไปจากเซร็อกซ์ จากนั้นก็มีระบบวินโดว์แบบใหม่ถอดด้ามของไออีเอ็มที่เรียกว่า Presentation Manager (PM) ที่ไม่เหมือนแมคแต่อย่างใด ในเวลาต่อมาไอบีเอ็มก็ได้สร้าง SAA ตามมาอย่างติด ๆ ทางด้านเอ็มไอทีก็พัฒนาเอกซ์วินโดว์ขึ้นมา และได้มีการผสมเอกซ์วินโดว์ของเอ็มไอทีกับพีเอ็มและ NewWave จนกลายมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า Motif แทนดี้

ได้สร้าง DeskMate และ Japan Inc. ได้สร้าง BTRON จนมาถึงยุคของสตีฟ จ็อบอีกครั้งที่ได้นำ NextStep มาใช้กับคอมพิวเตอร์ยี่ห้อ Next ตัวใหม่สุดของตน ในเวลาเดียวกันนี้แอปเปิ้ลก็ได้ฟ้องเรียกค่าเสียหายจากไมโครซอฟต์อันเป็นเรื่องสั้น ๆ ที่แสนยุ่งของยุทธจักรซอฟต์แวร์ และขณะนี้ได้มีกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสนับเป็นโหล แต่กราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสทั้งหลายก็จะมีส่วนที่เหมือนกัน ซึ่งถ้าจะยึดเอากราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสของแมคเป็นแนวในการอธิบายก็จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- จะต้องมีพอยน์ติ้งดีไวซ์ เช่น เมาส์
- เมนูบนสกรีนที่จะปรากฏให้เห็นและหายไปตามการควบคุมของพอยน์ติ้งดีไวซ์
- มีวินโดว์ต่าง ๆ (Window) ที่ดิสเพลย์ในรูปของกราฟิกว่าคอมพิวเตอร์กำลังทำอะไรอยู่
- มีไอคอนต่าง ๆ (icons) ที่เป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ของสิ่งต่าง ๆ เช่น ไฟล์ ไดเรคทอรี ฯลฯ
- มีไดอะลอกบ็อกซ์ (dialog boxes) รวมทั้งปุ่มที่เป็น buttons ตลอดจนสไลเดอร์ (sliders) กับเช็คบ็อกซ์ (check boxes) รวมทั้งตัวแทนที่ใช้ควบคุมต่าง ๆ ที่จะใช้สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำในสิ่งที่ต้องการ กับทั้งการบอกว่าจะทำอย่างไร

สิ่งที่ควรทำความเข้าใจขั้นนี้ก็คือว่า กราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสต่าง ๆ ที่มีอยู่ในขณะนี้จะไม่เหมือนกันทีเดียว เช่น กราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสบางระบบก็จะไม่มีไอคอน บางอันก็บังคับว่าต้องใช้เมาส์ ส่วนกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสบางแบบอาจกำหนดให้ผู้ใช้สั่งทุกสิ่งทุกอย่างเข้าไปโดยทางคีย์บอร์ดเป็นต้น ซึ่งถ้าจะมองให้ลึกจากความเป็นผิวเผินแล้วจะพบว่า กราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสส่วนใหญ่มักจะมีอะไรที่เหมือนกันอยู่บ้างไม่มากก็น้อย คือจะประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญอยู่สามส่วน อันมีระบบวินโดว์อิ้ง อิมเมจิ้งโมเดล และแอพพลิเคชั่นโปรแกรมอินเตอร์เฟส มาถึงตอนนี้ถ้าจะพิเคราะห์รายละเอียดในรูปที่ 1 อีกทีคงพอจะขยายความเข้าใจต่าง ๆ ได้มาก



ทำความรู้จักกับยูนิกซ์แบรนด์ : เอกซ์

อินเตอร์เฟสสำหรับผู้ใช้เอกซ์-วินโดว์นั้นค่อนข้างกว้างขวาง แต่ถ้าจะเอากันจริง ๆ แล้วเอกซ์ก็คือเอกซ์ เพราะในแง่ของยูนิกซ์เวอร์กสเตชั่นเวอร์ชันในปัจจุบัน (ปี 1989) ของระบบวินโดว์อิ้งจะเป็น X11 ที่ถือว่านิยมกันมากที่สุดเพราะเหตุผล 2 ประการ

1. ซอฟต์แวร์ที่เขียนขึ้นมาสำหรับระบบเอกซ์วินโดว์สามารถวิ่งได้ในเอกซ์-วินโดว์ดิสเพลย์ตัวไหนก็ได้ (อย่างน้อยก็ในทางทฤษฎี)

2. แอพพลิเคชั่นโปรแกรมจะส่ง calls ต่าง ๆ ไปที่ไลบรารีของเอกซ์-วินโดว์ ซึ่งเป็นที่เก็บแพคเกจต่าง ๆ สำหรับใช้ดิสเพลย์ในรูปของเอกซ์แพค-เก็ต (X packets) โดยส่งมาที่เอกซ์-วินโดว์เซอร์ฟเวอร์ที่จะทำหน้าที่ดีโค้ด (decode) เอกซ์แพคเก็ตดังกล่าวแล้วดิสเพลย์ให้เห็นบนสกรีน

ส่วนเหตุผลของความซับซ้อนในข้างต้นนี้ก็น่าจะเป็นข้อได้เปรียบของเอกซ์วินโดว์อีกเช่นกัน อันเนื่องมาจากว่าเอกซ์วินโดว์นั้นได้รับการออกแบบให้ทำงานร่วมกับเน็ตเวอร์กต่าง ๆ โดยที่ซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า client application และดิสเพลย์อาจอยู่บนคอมพิว-เตอร์คนละตัว ก็เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ คือ ตัวที่ทำหน้าที่ดิสเพลย์อาจอยู่บนเวอร์กสเตชั่น ส่วนตัวแอพพลิเคชั่นอาจวิ่งอยู่ในเครื่องเมนเฟรม หรือในซูเปอร์-คอมพิวเตอร์ อันเป็นเหตุผลว่าทำไมความต้องการการดิสเพลย์จึงต้องอยู่ในรูปของแพคเก็ตที่จะสามารถวิ่งไหลไปมาในเน็ตเวอร์กได้อย่างรวดเร็ว

โลกของเอกซ์วินโดว์ กราฟิคัล-ยูสเซอร์อินเตอร์เฟสนั้นมีอยู่หลายค่าย ด้วยกัน เช่น ฮิวเล็ตต์-แพคการ์ดใช้ API ที่เรียกว่า HP X Widgets ส่วนเด็คนั้นก็สร้าง DECWindows อินเตอร์-เฟสของตนบนฐานของ XUI นอกจากนี้ฮิวเล็ตต์-แพคการ์ดกับไมโครซอฟต์ได้ร่วมกันพัฒนา Common X Interface (CXI) ที่มีลักษณะและการสัมผัสรู้สึกที่เหมือนกับ PM แต่จะทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมที่เป็นเอกซ์วินโดว์ ส่วนของ Sun Microsystems ก็จะใช้ระบบ OpenWindows ที่เรียกว่า Open-

Look อินเตอร์เฟส ผู้เขียนจะขอสรุปในขั้นนี้ว่า เอกซ์วินโดว์นั้นทำงานบนเน็ตเวอร์ก ซึ่งบางทีก็มีหลาย ๆ เน็ตเวอร์กเกี่ยวข้องกันอยู่ และทำให้ดิสทริบิวเต็ดคอมพิวติ้ง (distributed computing) ที่มีกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสที่เป็นแบบเมาส์และเมนูเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ แต่โชคก็ไม่เข้าข้างตรงที่ว่า อะไรก็ตามที่ทำงานหนักไปในด้านกราฟิกก็จะเป็นที่มาของข้อมูลเป็นจำนวนมากที่ต้องวิ่งผ่านเน็ตเวอร์ก อันทำให้เวลาตอบสนอง (response time) ในขณะใช้งานค่อนข้างนาน จนมักได้ยินผู้ใช้เอกซ์วินโดว์บ่นอยู่บ่อย ๆ ว่า เมื่อใดก็ตามที่ทำการเคลื่อนตัวเมาส์จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งนั้นจะต้องเสียเวลารอหลายวินาทีก่อนที่พอยน์เตอร์บนสกรีนจะตอบสนองให้เห็น อย่างไรก็ตามเอกซ์วินโดว์ก็ยังคงเป็นระบบกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสเพียงอันเดียวที่สามารถทำงานในรูปของมัลติยูสเซอร์ มัลติคอมพิวเตอร์ และในสภาพแวดล้อมที่เป็นเน็ตเวอร์กได้ในแง่ที่ว่า ถ้าใครสักคนต้องการวิ่งวินโดว์-อิ้งซอฟต์แวร์ในเครย์ (Cray) ซูเปอร์คอมพิวเตอร์และต้องการดูผลแมชีนส่วนบุคคลที่ตั้งอยู่บนโต๊ะ ก็อาจทำได้โดยใช้ "เอกซ์"

เรื่องราวของ X

พื้นฐานที่จะเข้าใจเอกซ์วินโดว์หรือสถานภาพของศิลปชีพที่เกี่ยวแก่ระบบวินโดว์อิ้งใด ๆ ก็ตามอยู่ที่ว่า การทำงานของระบบเช่นนี้จะแขวนไว้กับบิตแม็พ (bit mapped) กราฟิกในการดิสเพลย์อินเตอร์เฟสของระบบซึ่งจะประกอบด้วยวินโดว์ต่าง ๆ รวมทั้งป๊อปอัพเมนู ไดอะลอกบ๊อกซ์กับปุ่มอินพุต ตลอดจนการควบคุมด้วยคีย์บอร์ดกับ

เมาส์ การดิสเพลย์ที่ปรากฏออกมาในแต่ละวินโดว์นั้นก็จะเหมือนกับเทอร์มินัลหนึ่งตัว และภายในแต่ละวินโดว์ผู้ใช้ก็จะสามารถวิ่งบิตแม็พแอพพลิเคชั่นต่าง ๆ ได้ หรือโดยอาศัยแอพพลิเคชั่นพิเศษอันหนึ่งที่เรียกว่า x term ที่จะทำให้ผู้ใช้วิ่งซอฟต์แวร์ที่เป็นตัวอักษร (character-based software) ได้โดยสะดวก

เอกซ์วินโดว์เป็นที่มาของผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ในด้านนี้อยู่หลาย ๆ อย่าง เช่น OpenLook ของเอทีแอนด์ทีและ Sun กับ Motif ที่เป็นของ Open Software Foundation (OSF) ซึ่งทั้งสองระบบนี้ใช้ GUIs ซึ่งเป็นของตนเองโดยยังคงอาศัยประโยชน์จาก X Windows library (Xlib) กับเอกซ์เน็ตเวอร์กอินเตอร์เฟส ส่วนจุดมุ่งหมายของข้อกำหนดต่าง ๆ ในโลกของกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสนั้น จะเป็นการวางมาตรฐานที่เรียกว่า stylistic consistency สำหรับวินโดว์ เมนู และส่วนประกอบอื่น ๆ ให้อยู่ในสไตล์เดียวกันหมด ปัญหาจึงมีว่าในทางปฏิบัตินั้นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้อยู่ในสไตล์เดียวกันทั้งหมดหรือเปล่า คำตอบก็คือว่าจะต่างกันออกไปบ้าง เช่น กรณีของ OpenLook กับ Motif ที่มีสไตล์ไม่เหมือนกันคือ OpenLook ของ Sun นั้นก็ยังมีข้อแตกต่างจากเอกซ์วินโดว์เฉพาะบางส่วนที่อยู่ในขั้นพื้นฐาน อย่างไรก็ดีผู้ที่เคยใช้ Motif มาก่อนแล้วเปลี่ยนมาใช้ OpenLook ก็จะเรียนรู้ข้อแตกต่างได้โดยไม่ยาก อันเนื่องมาจากว่าการเรียนวิธีใช้แอพพลิเคชั่นต่าง ๆ บนฐานของกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสนั้นทำได้โดยง่าย เพราะต่างก็มีโครงสร้างทางอินเตอร์เฟสที่เหมือนกัน ดังนั้นเมื่อผู้ใช้ต้องเผชิญกับแอพพลิเคชั่นใหม่ ๆ สิ่งที่จะต้องทำสำหรับผู้ที่มีประสบการณ์มาบ้างแล้วในด้านนี้ก็เป็นเพียงแต่การพยายามเรียนรู้คอมมานด์หรือคำสั่งบางอันที่จำเป็นต้องใช้เท่านั้น นอกจากนี้ประสบการณ์ดังกล่าวก็จะสอนว่า ผู้ใช้จะเข้าถึงคอมมานด์ต่าง ๆ ได้โดยอาศัยเมนูและไดอะลอกบ๊อกซ์ แล้วก็ทำการออกคำสั่งหรือคอมมานด์ด้วยการกดปุ่มอินพุต

การใช้งานในระดับของการเขียนโปรแกรมนั้นก็ยังคงถ่ายทอดความชำนาญกันได้เหมือนเช่นการใช้สำหรับผู้ไม่รู้อะไรมาก สิ่งที่ได้กล่าวในข้างต้นเป็นเพียงแต่ว่า โปรแกรมเมอร์จะต้องเผชิญอุปสรรคเล็กน้อยในขั้นแรกที่ต้องคุ้นเคยกับธรรมชาติอันเป็น Object-oriented ของกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟส ส่วนความสะดวกอื่น ๆ ที่จะมีให้กับโปรแกรมเมอร์ก็คือ เอกซ์วินโดว์นั้นจะเปิดโอกาสในการสร้างแอพพลิเคชั่นต่าง ๆ ที่เป็นมัลติทาสกิ้ง (multitasking) และดาต้าแชริ่ง (data-sharing) ได้อย่างแทบไม่มีขีดจำกัด เพราะเอกซ์วินโดว์ได้บุกเบิกให้มีการใช้ประโยชน์จากมัลติทาสกิ้งและเน็ตเวอร์กกิ้งอย่างเต็มที่ โดยอาศัยรูทีนที่จะนำมาใช้สร้างไดนามิก-ดาต้าลิงก์ (dynamic data links) ระหว่างแอพพลิเคชั่นต่าง ๆ วิธีที่จะเข้าใจเรื่องนี้อาจยกตัวอย่างให้เห็นได้ง่าย ๆ ในกรณีของสเปรดชีตบนเวอร์กสเตชั่นของผู้ใช้รายหนึ่งที่สามารถสร้างแผนผังงานรูปแท่งให้ปรากฏบนเวอร์กสเตชั่น

ของผู้บังคับบัญชา เพื่อเป็นการแสดงความคืบหน้าของอะไรสักอย่าง อันนี้เองที่เป็นอานุภาพอันแท้จริงของเอกซ์-วินโดว์

นอกเหนือไปจากเรื่องของมาตรฐานและดาต้าไดนามิกแล้ว เอกซ์วินโดว์ก็ยังมีความดีอื่น ๆ อีกในแง่ของการทำให้อนาคตของเวอร์กสเตชั่นคอมพิวติ้งสดใสมากกว่าที่แล้ว ๆ มา อันเนื่องมาจากเหตุผลที่ว่าเอกซ์วินโดว์นี้สามารถวิ่งกับระบบคอมพิวเตอร์ที่เป็นเมนสตรีมอะไรก็ได้ คือวิ่งได้ตั้งแต่ในพีซี ยูนิกซ์เวอร์กสเตชั่น จนถึงเมนเฟรมของไอบีเอ็ม ข้อดีอีกอันที่จะส่งผลต่อเนื่องไปยังประดาเวนเดอร์รายต่าง ๆ ก็จะเป็นว่าถ้า independent software vender (ISV) หรือผู้ผลิตซอฟต์แวร์อิสระเขียนโค้ดขึ้นมาโดยยึดมาตรฐานของเอกซ์ก็จะไม่ต้องเขียนเน็ตเวอร์กโค้ดเพิ่มเติมให้เป็นการยุ่งยากอีกต่อไป ซึ่งขณะนี้ผู้ผลิตยูนิกซ์เวอร์กสเตชั่นและมินิคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ก็ได้เข้ามาร่วมขบวนการเอกซ์-วินโดว์อยู่แล้ว อันเป็นการร่วมมือระหว่างเวนเดอร์ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน เพราะในระดับหนึ่งนั้นเอกซ์วินโดว์ได้รับการสนับสนุนจากผู้ผลิตระบบยูนิกซ์เป็นส่วนใหญ่ในรูปของเอกซ์-คอนซอร์-เตียม (X-Consortium)

คราวนี้ก็จะมาถึงประสิทธิภาพของเอกซ์วินโดว์ที่จะขึ้นกับว่าได้มีการวิ่งวินโดว์เช่นนี้ในออปติไมซ์เวอร์ชันหรือเปล่า เพราะผู้ผลิตแต่ละรายจะออปติไมซ์ (optimize) เอกซ์วินโดว์สำหรับระบบของตน อันหมายถึงว่าผู้ใช้ควรซื้อทั้งซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์จากเวนเดอร์เพิ่มรายเดียวในกรณีที่ต้องการจะใช้เอกซ์วินโดว์กับแพลตฟอร์มที่เป็นเฉพาะพิเศษแบบใดแบบหนึ่ง แต่ในกรณีทั่ว ๆ ไปนั้นเรื่องนี้ไม่น่าจะเป็นปัญหามากนัก เพราะ Public domain รีลีสของเอกซ์-คอนซอร์เตียมจะสามารถวิ่งได้กับแพลตฟอร์มมากมายหลายชนิด รวมทั้งระบบยูนิกซ์จากอะพอลโล เด็ค เอชพีและ Sun ในส่วนที่ได้ออกจำหน่ายไปแล้วนั้นก็ได้มีการวิ่งซอฟต์แวร์ของเอกซ์วินโดว์บนแมคอินทอชทูและไอบีเอ็มอาร์ที (กรณีของไอบีเอ็มนี้ใช้ ASO 4.3 ที่มาจาก BSD UNIX) ซอฟต์แวร์ของคอนซอร์เตียมนี้จะอยู่ในรูปของเทปขนาด 9 ร่อง ในราคา 400 เหรียญสหรัฐฯ ซึ่งผู้สนใจจะติดต่อได้ที่ MIT Office of Technology เพื่อขอรายละเอียดเพิ่มเติม

ความสำเร็จของเอกซ์วินโดว์จะขึ้นกับความพร้อมของผู้ใช้ว่าสามารถปรับตัวให้เข้ากับยูนิกซ์เวอร์กสเตชั่นโมเดลได้เร็วเพียงใด เพราะเอกซ์วินโดว์สร้างวินโดว์ต่าง ๆ ขึ้นมาพร้อมทั้งควบคุมยูสเซอร์อินเตอร์เฟสโดยอาศัยบิตแม็พ เมื่อเป็นเช่นนี้จึงควรจะใช้เวอร์กสเตชั่นชนิดฝีเท้าจัด พร้อมด้วยกราฟิกเทอร์มินัลรุ่นใหม่ เช่น Acer Counter point, Esprit Systems และ Visual Technology ซึ่งผู้อ่านจะเห็นรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกซ์เทอร์มินัลได้จากรูปที่ 2 ตัวอย่างสั้น ๆ ที่จะยกให้เห็น

XTerminals

Company	Product	Microprocessor/ Speed	Size	Screen Resolution	Display	RAM (Min/Max)	Price
Acer America **2127 Ringwood Ave.** **San Jose, CA 95131** **408/434-0190**	Xebra 100	8086 (10 MHz)	14"	640×480	Mono	640K	$995
Human Designed Systems **3440 Market St.** **Philadelphia, PA 19104** **215/382-5000**	ViewStation	T134010 (10 MHz)	14" 16" 19"	680×500 1024×768 1280×1024	Mono and Color	512K-8MB 512K-8MB 512K-8MB	$1999 $2899 $3799
NCR Corporation **1700 S. Patterson Blvd.** **Dayton, OH 45479** **513/445-5000**	3411 Towerview	68020 (16.6 MHz)	15"	1024×800	Mono	1-3MB	$3000
Network Computing Devices **350 N. Bernardo Ave.** **Mountain View, CA 94043** **415/694-0650**	NCD16 NCD19	68000 (12.5 MHz) 68020 (15 MHz)	16" 19"	1024×1024 1280×1024	Mono Mono	1-4.5MB 2-8MB	$2500 $3750
Tektronix **P.O. Box 1000** **Wilsonville, OR 97070** **800/225-5434**	XN5 NX11	68000 (12.5 MHz) TI34010GSP (50 MHz) TI34010GSP (50 MHz)	16" 15" 19"	1024×1024 1024×768 1024×768	Mono Color Color	1-4.5MB 2-8MB 2-8MB	$2795 $6995 $8495
Visual Technology **1703 Middlesex St.** **Lowell, MA 01851** **508/459-4903**	640XDS 719XDS	68000 (12 MHz) 68000 (16.6 MHz)	14" 19"	1024×800 1024×800	Mono Mono	1-4MB 1-4MB	$1995 $2895

รูปที่ 2
ผลิตภัณฑ์เอกซ์เทอร์มินัลของเวนเดอร์รายต่าง ๆ

ก็คือว่า ในกรณีที่จะใช้เอกซ์วินโดว์กับเวอร์กสเตชั่นเดี่ยวก็จะต้องกันสตอเรจ (storage) ไว้ราว 50 เมกะไบต์สำหรับซอฟต์แวร์ของยูนิกซ์เอกซ์วินโดว์และซอฟต์แวร์อื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น X-based desktop manager

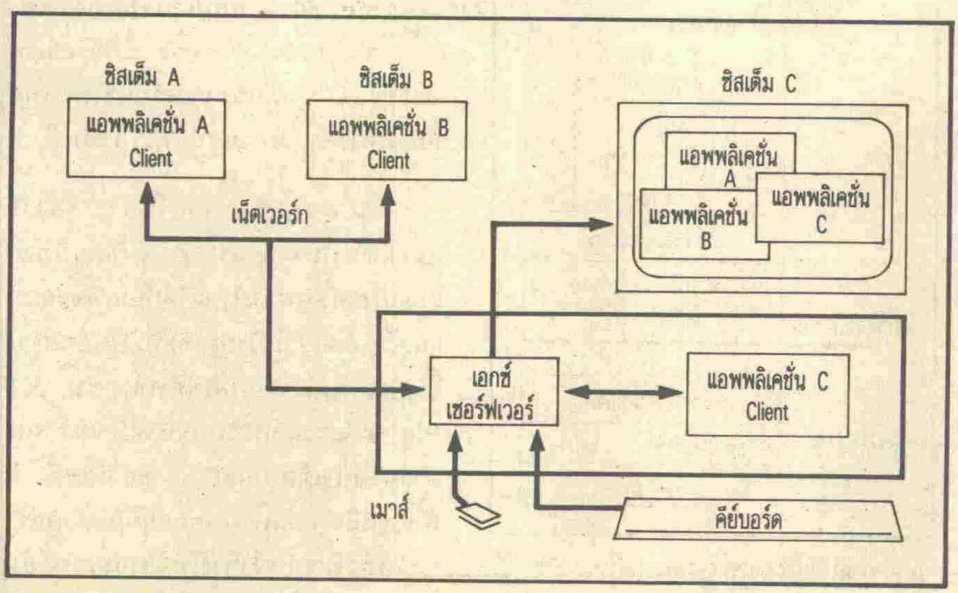
ว่าด้วยเรื่องสถาปัตยกรรม

เอกซ์วินโดว์ขนานแท้นั้นจะไม่ขึ้นกับว่าจะใช้แพลตฟอร์มแบบไหนหรือเน็ตเวอร์กประเภทใด เพราะข้อกำหนดรายละเอียดของระบบเช่นนี้ของเอกซ์คอนซอร์เตียมได้ระบุไว้ว่า เอกซ์วินโดว์สามารถวิ่งในเน็ตเวอร์กอะไรก็ได้ที่ไว้ใจได้ (reliable) ที่สำคัญก็คือว่าทางคอนซอร์เตียมยังได้นำแนวทางต่าง ๆ จาก Open System Interconnection (OSI) เน็ตเวอร์กโมเดลไปใช้อีกด้วย

เอกซ์วินโดว์แอพพลิเคชั่นจะวิ่งในรูปของกระบวนการ client-server แต่ถ้าจะมองกลับเข้ามาภายในเอกซ์เน็ตเวอร์กแล้ว ความสัมพันธ์ของ client กับเซอร์ฟเวอร์จะกลับกันกับที่เคยเป็นอยู่ในโมเดลทั่ว ๆ ไป คือในกรณีนี้ตัว client-machine จะเป็นที่สำหรับจัดการกับภาระต่าง ๆ ที่เกี่ยวแก่แอพพลิเคชั่นแมเนจเมนต์ และเป็นระบบใดก็ได้ที่วิ่ง Xlib ที่สามารถเข้าถึงเอกซ์เน็ตเวอร์กโปรโตคอลซอฟต์แวร์ ซึ่งหมายความว่าผู้ใช้สามารถเอ็กซีคิวต์ (execute) แอพพลิเคชั่นอันหนึ่งบนระบบหนึ่ง แล้วดิสเพลย์แอพพลิเคชั่นอันนี้อีกระบบหนึ่งหรือหลาย ๆ ระบบพร้อม ๆ กัน ดังในรูปที่ 3

เซอร์ฟเวอร์ดังในรูปที่ 3 จะเป็นระบบที่ประกอบด้วยคีย์บอร์ดกับมอนิเตอร์ที่รับคำสั่งจาก client รวมทั้งคำสั่งในการเริ่มเซสชั่นหนึ่ง ๆ ส่วนการเชื่อมโยงนั้นทำได้โดย client เป็นผู้บอกชื่อของซอฟต์แวร์ พร้อมด้วยหมายเลขของเน็ตเวอร์ก หมายเลขประจำเครื่องโฮสต์ และหมายเลขประจำบนเทอร์มินัล/สกรีน ซึ่งจะต้องทำเช่นนี้ให้ครบขั้นตอนทั้งหมด แม้กระทั่งว่าตัว client กับเซอร์ฟเวอร์จะอยู่บนเวอร์กสเตชั่นตัวเดียวกันก็ตาม ซึ่งวิธีการทั้งหมดนี้จะจัดการโดยสตรีม-เบส (stream-based) อินเตอร์โปรเซสคอมมูนิเคชั่นที่ยอมให้ client ส่งสัญญาณแสดงข้อต้องการต่าง ๆ ออกไปยังเซอร์ฟเวอร์ โดยไม่ต้องมีคำตอบสำหรับข้อต้องการต่าง ๆ ที่ส่งออกไปแล้ว หลังจากที่ client ได้กำหนดการเริ่มต้นสำหรับแอพพลิเคชั่นอันหนึ่งออกไปแล้วก็จะเข้าสู่ลูป (loop) อันหนึ่งแล้วรอจนกว่าตัวเซอร์ฟเวอร์จะแจ้งอุบัติการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งให้ทราบ แนวความคิดในเรื่องลูปนี้มาจากซีโปรแกรม แต่ได้รับการขยายแนวความคิดนี้ออกไปจนถึงที่สุดในเอกซ์วินโดว์ ซึ่งในกรณีนี้ลูปจะเป็นช่วงจังหวะของการรออินพุตแล้วส่งต่อไปยังปลายทางที่เหมาะสม จนกระทั่งสิ้นสุดโปรแกรมหนึ่ง ๆ

คราวนี้เมื่อ client ได้รับการแจ้งอุบัติการณ์ (event) อันใดอันหนึ่งมันก็จะเอ็กซีคิวต์โค้ดกลุ่มหนึ่งที่โปรแกรมเมอร์ได้เขียนขึ้นมาสำหรับอุบัติการณ์นั้น ซึ่งหลังจากที่ได้เอ็กซีคิวต์โค้ดดังกล่าวเอกซ์วินโดว์จะคืนการควบคุมกลับไปให้เมนลูป เพื่อจะรออุบัติการณ์อื่นต่อไป คำว่า "อุบัติการณ์" ในทัศนะของเอกซ์วินโดว์นั้นจะมีความหมายตั้งแต่การ



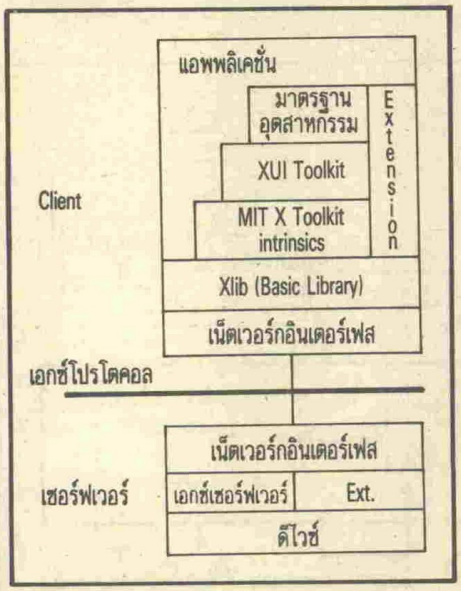
รูปที่ 3 แสดงการทำงานอันกลับกันกับ client server โมเดล แบบที่เคยเป็นอยู่ คือในกรณีของเอกซ์วินโดว์นี้จะกลายเป็นว่ามีการสร้างโลคอลเซอร์ฟเวอร์ขึ้นมาหนึ่งตัวต่อหนึ่งระบบซึ่งรับคำสั่งจาก client ต่างๆ สำหรับในแต่ละแอพพลิเคชั่น ไม่ว่าแอพพลิเคชั่นนั้นจะอยู่ใกล้หรือไกลออกไปเท่าใด

เคลื่อนไหวของเมาส์ เคอร์เซอร์ จนถึงอุบัติการณ์ขั้นสุดท้ายของโปรแกรมหนึ่ง ๆ ส่วนวิธีที่เอกซ์วินโดว์ทำการประมวลผลนั้นจะอาศัย object-oriented โมเดลต่าง ๆ เข้าช่วยในแง่ของผู้ใช้โดยทั่วไปนั้นกระบวนการ client-server จะโปร่งแสงมองไม่เห็น คือถ้าระบบอันใดอันหนึ่งมาพร้อมกับเดสค์ท้อปแมเนเจอร์ ซึ่งจะดิสเพลย์แอพพลิเคชั่นต่าง ๆ ตลอดจนดาต้าไฟล์ในรูปของไอคอน ในกรณีนี้ผู้ใช้ก็สามารถเริ่มแอพพลิเคชั่นอันหนึ่งโดยใช้เมาส์เป็นตัวคลิ๊ก (click) บนไอคอนที่แทนแอพพลิเคชั่นอันใดอันหนึ่ง ในกรณีที่ไม่มีเดสค์ท้อปแมเนเจอร์ ผู้ใช้ก็จะต้องพิมพ์ชื่อของไฟล์สำหรับแอพพลิเคชั่นในวินโดว์ที่วิ่งยูนิกซ์เชลล์ สรุปแล้วผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรู้เรื่องของเน็ตเวอร์กคอนเน็กชั่นหรือระบบดำเนินงานที่ client กำลังวิ่งอยู่ อันจะเห็นได้จากผลิตภัณฑ์ เช่น DECWindows ของเด็ค (ซึ่งเป็นเวอร์ชันหนึ่งของเอกซ์วินโดว์) ที่วิ่งได้กับระบบดำเนินงานต่าง ๆ (Ultrix, VMS และ MS-DOS) โดยไม่จำกัดว่าต้องเป็นของใคร

หัวใจของอินเตอร์เฟสสำหรับเอกซ์วินโดว์หรือระบบวินโดว์อื่นใด ๆ ก็ตามจะอยู่ที่แอพพลิเคชั่นวินโดว์ จะขอเริ่มว่าแต่ละวินโดว์เล็ก ๆ ภายในเอกซ์วินโดว์นั้นจะเป็นตัวแทนของเทอร์มินัลหรือกราฟิกเทอร์มินัลชนิดหนึ่งต่อหนึ่ง คือวินโดว์อันหนึ่งก็แทนหนึ่งเทอร์มินัล และในแต่ละวินโดว์ก็จะประกอบด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น เวอร์กแอเรีย (work area) สำหรับแอพพลิเคชั่น อินพุต และเอาต์พุต สครอลล์บาร์ (scroll-bars) สำหรับเคลื่อนย้ายเวอร์กแอเรีย เมนูบาร์ (menu bar) สำหรับดิสเพลย์แอพพลิเคชั่นคอมมานด์เข้าไปในคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้วินโดว์ยังสามารถให้การสนับสนุนการควบคุมอื่น ๆ เช่นที่เรียกว่าวิดเก็ต (widgets) ตัวอย่างของวิดเก็ตก็มี เช่น ไดอะลอกบ็อกซ์ และปุ่มอินพุต

เครื่องมือ (tools) สำหรับเอกซ์วินโดว์

จะขอเริ่มเรื่องราวของเครื่องมือ (tools) หรือ toolkits ต่าง ๆ ตรงจุดที่ว่า ในการโปรแกรมเอกซ์วินโดว์นั้นมักจะต้องมีการติดตามบันทึกการใช้องค์ประกอบต่าง ๆ (components) อยู่เสมอ ซึ่งโปรแกรมเมอร์อาจติดตามเรื่องนี้ได้ด้วยการเขียนโปรแกรมในชั้นหรือเลเยอร์ของ Xlib (Xlib layer) ลองดูรูปที่ 4 พร้อมกันไปด้วยก็จะเข้าใจง่ายขึ้น การเขียนโปรแกรมใน Xlib เลเยอร์และการสร้างแอพพลิเคชั่นแบบมืออาชีพนี้เป็นงานยาก จึงทำให้เกิดองค์กรต่าง ๆ เช่น เวนเดอร์, OSF และเอกซ์-คอนซอร์เตียมขึ้นมาเพื่อสร้างยูทิลิตี้และ toolkits ต่าง ๆ เพื่อทำให้ชีวิตของผู้ผลิตโปรแกรมอิสระ (ISV) ดำเนินไปโดยง่ายขึ้น ตัวอย่างเล็กน้อยอันหนึ่งของ toolkits จะเป็นการรวบรวมซีฟังก์ชันต่าง ๆ แบบง่าย ๆ ที่จะมาอินเตอร์เฟสกับโค้ดระดับต่ำ ซึ่งในกรณีนี้ก็คือ Xlib



รูปที่ 4 สถาปัตยกรรมของระบบเอกซ์วินโดว์

เอกซ์ทูลคิต (X toolkits) และยูทิลิตี้ต่าง ๆ นี้จะเป็นส่วนหนึ่งของ client architecture ของเอกซ์วินโดว์ ซึ่งจากในรูปที่ 4 จะเห็นว่าเลเยอร์ล่างสุดของส่วนที่เป็น client จะเป็นเน็ตเวอร์กอินเตอร์เฟส และที่อยู่ข้างบนนี้ก็จะเป็น Xlib เลเยอร์ถัดขึ้นไปจะเป็นเอกซ์ทูลคิต อันเป็นทูลคิตมาตรฐานที่จำหน่ายโดยเอกซ์-คอนซอร์เตียม จุดมุ่งหมายหลักของเอกซ์ทูลคิตจะเป็นการเปิดโอกาสให้ ISV ใช้ชุดของวิดเก็ต (widgets) ที่เป็นมาตรฐานหรือสร้างวิดเก็ตเฉพาะกรณี โดยอาศัยกฎของสไตล์ที่เป็นมาตรฐาน (standard style rules) ในเอกซ์ทูลคิตเลเยอร์นี้วิดเก็ตทุกตัวจะสัมพันธ์กับ geometry manager ที่จะเป็นผู้กำหนดสัดส่วนของวิดเก็ตโดยอาศัยดิสเพลย์มอนิเตอร์ของเซอร์ฟเวอร์ ที่เรียกว่า X-speak นี้ตัว client จะได้ชื่อว่าเป็นผู้แนะสำหรับการกำหนดขนาดต่าง ๆ ให้กับเซอร์ฟเวอร์อีกที

ในการพูดถึงเลเยอร์ต่อไป (XUI toolkit) นั้นจะขอเริ่มว่า ผู้ผลิตยูนิกซ์-เวอร์กสเตชั่นส่วนใหญ่ได้เลือกที่จะรวมเอกซ์ทูลคิตเข้าไปในทูลคิตที่มีผู้ผลิตสร้างขึ้นมาเองและสงวนลิขสิทธิ์ เช่น XT Plus ของเอทีแอนด์ที NEWS ของ Sun XUI ของเด็ค และCXI ของเอชพี ที่สำคัญก็คือทูลคิตของแต่ละผู้ผลิตดังกล่าวจะให้สิ่งที่เรียกว่าวินโดว์แมเนเจอร์อัน

ซับซ้อนที่จะคอยควบคุมการเคลื่อนไหวและการเปลี่ยนขนาดของวินโดว์ต่าง ๆ ทูลคิตแบบสงวนลิขสิทธิ์นี้ยังคงยึดแนวปฏิบัติของผู้ผลิตฮาร์ดแวร์ในการเลือกกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟส (GUI) และมักจะมาเป็นแพคเกจพร้อมด้วยสไตล์ไกด์ เช่นกรณีของ Motif โมเดลที่ใช้วินโดว์แมเนเจอร์ของเอชพีซึ่งใช้สไตล์ของโอเอสทูพรีเซนเตชั่นแมเนเจอร์ พร้อมกับปุ่มแบบสามมิติสำหรับยูสเซอร์อินพุต นอกจากนี้ Motif ยังมาพร้อมกับสไตล์ไกด์อันสมบูรณ์แบบที่จัดเตรียมโดย OSF แต่ทูลคิตเท่าที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ก็ยังเข้ากันไม่ได้เสียเป็นส่วนใหญ่ อันทำให้ต้องมีมาตรฐานขึ้นมาคุม อันเป็นเรื่องของมาตรฐานอุตสาหกรรมในเลเยอร์ถัดไป

การที่ต้องเกิดมาตรฐานของกราฟิคัลยูสเซอร์อินเตอร์เฟสเพียงอันเดียวก็เพื่อหาทางป้องกันไม่ให้เอกซ์ทูลคิตที่เข้ากันไม่ได้นั้นมาทำลายการเข้ากันได้ของอินเตอร์เฟสของเอกซ์วินโดว์ อันเป็นที่มาของมาตรฐานอุตสาหกรรมเลเยอร์ในรูปที่ 4 ซึ่งขณะนี้ก็มีผู้ผลิตหลายรายที่กำลังมองสู่ทางต่าง ๆ ก่อนตัดสินใจเข้าพรรคเข้ากลุ่มกับฝ่ายข้างที่มีผู้สนับสนุนมาก เช่น Motif ของ OSF หรือ DECWindows ทูลคิตของเด็ค ต่อไปก็เป็นเรื่องแอพพลิเคชั่นเลเยอร์ที่จะเกี่ยวข้องกับ presentation language ที่เปิดโอกาสให้ผู้ผลิตโปรแกรมอิสระสร้างวินโดว์ไดอะลอกบ็อกซ์ และวิดเก็ตอื่น ๆ จากแอสกีสคริปต์ ซึ่งต้องทำการคอมพายล์สคริปต์ดังกล่าวด้วยรีซอส (resource) คอมพายเลอร์ตัวหนึ่ง และลิงก์กับซีโค้ดที่จะให้แอพพลิเคชั่นขั้นสุดท้ายออกมา ความงดงามของ presentation language ก็คือว่า จะเปิดโอกาสให้ผู้ผลิตซอฟต์แวร์อิสระสามารถปรับเปลี่ยนวินโดว์ออบเจ็กต์ (window objects) ต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องทำการคอมพายล์แอพพลิเคชั่นโค้ดใหม่ อันจะก่อให้เกิดความสะดวกอย่างมากสำหรับการผลิตเวอร์ชันที่เป็นภาษาต่างประเทศสำหรับแอพพลิเคชั่นอันใดอันหนึ่ง

เลเยอร์สุดท้ายที่เรียกว่า X extensions layer นี้จะเปิดโอกาสให้ผู้ผลิตซอฟต์แวร์อิสระสามารถผนวกรวม (integrate) ซอฟต์แวร์ที่ได้มาตรฐานอุตสาหกรรมกับเอกซ์วินโดว์ ซึ่งตัวอย่างเช่นนี้ก็มีคือ GKS และ 3-C PHIGS กราฟิกไลบรารี รวมทั้งโพสต์สคริปต์ดีไวซ์ซัพพอร์ต ผู้ผลิตโปรแกรมอิสระสามารถจะโปรแกรม extension อันใดอันหนึ่งได้ โดยอาศัยเอกซ์ทูลคิตหรือทูลคิตแบบ proprietary จากผู้ผลิตรายต่าง ๆ ที่นับแต่จะหันหน้าเข้าหากันในเรื่องนี้มากขึ้นทุกที อนึ่ง โมเดลในเรื่องของเอกซ์วินโดว์ของเอ็มไอทีในส่วนที่เป็น client ที่แสดงในรูปที่ 4 นั้นขาดส่วนหนึ่งที่น่าจะสำคัญที่สุดนั่นก็คือเรื่องของเดสค์ท้อปที่ควรนำมาพิจารณาด้วย และเรื่องนี้ก็มีผู้หาทางแก้ปัญหาอยู่แล้ว ดังจะได้กล่าวต่อไป

ว่ากันถึงเดสค์ท้อป

เรื่องราวของเดสค์ท้อปที่ทางเอ็มไอทีและฮาร์ดแวร์เวนเดอร์ในยุคแรก ๆ ของการพัฒนาเอกซ์วินโดว์ได้ละเลยไปนั้นกล่าวกันว่า เป็นการละเลยที่ไม่น่าจะเกิดขึ้น เพราะเดสค์ท้อปนั้นมีความสำคัญจนน่าจะจัดเป็นเลเยอร์ (layer) ที่จำเป็นที่สุดสำหรับผู้ใช้ ถ้าผู้อ่านจะย้อนกลับไปดูรูปที่ 4 อีกครั้ง โดยดูในส่วนที่เป็น client การเห็นความสำคัญอย่างยิ่งยวดอันนี้เองเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้แอปเปิ้ลประสบความสำเร็จในตัว GUI บนแมคอินทอช

การทำหน้าที่ของเดสค์ท้อปจะเป็นการแม็พสกรีนทั้งหมดลงบนดิสเพลย์มอนิเตอร์ โดยที่แอพพลิเคชั่นต่าง ๆ ตลอดจนไฟล์และยูทิลิตี้ทั้งหลายจะปรากฏบนเดสค์ท้อปในรูปของไอคอน นอกจากนี้เดสค์ท้อปยังให้การสนับสนุนยูทิลิตี้ของตัวมันเอง เพื่อที่จะอินเตอร์เฟสกับระบบดำเนินงานซึ่งจะเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถเคลื่อนย้ายไฟล์และคัดลอกไฟล์ ตลอดจนลบไฟล์ทิ้ง โดยใช้ไอคอนต่าง ๆ เป็นสื่อในการออกคำสั่ง อันที่จริงแล้วเครื่องมือหรือทูลเท่าที่กล่าวในข้างต้นนี้ก็มีอยู่บ้างแล้วในรูปของแอพพลิเคชั่นอิสระต่าง ๆ ภายในพอร์ตของเอกซ์วินโดว์ แต่ก็ยังไม่มีการรวมเอาทูลดังกล่าวให้เป็นหน่วยเอกเทศที่สมบูรณ์สำหรับเดสค์ท้อป จนกระทั่งเมื่อเร็ว ๆ นี้ได้มีผู้ผลิตที่เป็น third party จำนวนสามรายที่ทำแพคเกจในเรื่องนี้ขึ้นมาเพื่อขอส่วนแบ่งตลาดสำหรับเอกซ์วินโดว์เดสค์ท้อป (X Windows desktop) นั่นก็คือ X.desktop ของ IXI, Y.Open. Top ของ Torch และ Looking Glass ของ Visix ซึ่งเวนเดอร์ทั้งสามรายนี้ต่างก็พยายามจะทำให้ผลิตภัณฑ์ของตนเป็นมาตรฐานกลาย ๆ ให้ได้ เช่นในกรณีของ IXI นั้นได้ทำการตกลงสัญญาอย่างเหนียวแน่นกับซิสเต็มเวนเดอร์หลายราย รวมทั้งเวนเดอร์รายใหญ่ที่เป็นที่รู้จักกันดีคือ The Santa Cruz Operation นอกจากนี้ IXI ยังให้บริการในด้านเทคนิคที่เรียกว่า shrink-wraps (ซึ่งผู้เขียนได้เคยอธิบายความหมายของคำนี้ไว้ในบทความที่เกี่ยวกับยูนิกซ์แล้วจึงจะไม่พูดซ้ำอีก) สำหรับ X.desktop ทำให้กับเวอร์กสเตชั่นของ Sun, เอชพี, อะพอลโล

และโซนี่เป็นอาทิ ส่วน Torch นั้นก็ได้เจาะตลาดในรูปแบบที่เหมือนกับ IXI ยกเว้น Visix ที่เพิ่งจะเริ่มบุกหนักหลังผู้อื่น แต่ผลิตภัณฑ์ Looking Glass ของ VISIX ก็ให้อะไรหลาย ๆ อย่างที่เกี่ยวแก่อินเตอร์เฟส อันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตซอฟต์แวร์อิสระในแง่ที่ว่าได้มีการรวมเอาทูลคิตที่ Visix ได้พัฒนาขึ้นมาเองเข้าไว้ใน Looking Glass

ตลาดของเอกซ์วินโดว์เท่าที่มองไปในอนาคตอันใกล้นี้ แม้จะยังไม่ค่อยแน่นอนก็ตาม แต่เทคโนโลยีอันนี้ก็มีอะไรดี ๆ อยู่มากมายหลายอย่างจนน่าจะเป็นทางออกทางการค้าที่สำคัญที่สุดอันหนึ่งก็ได้ ทั้งหมดนี้เป็นภาคแรกของเรื่องราวของเอกซ์วินโดว์ที่หนักไปในทางทฤษฎี อันทำให้ต้องพูดถึงเรื่องของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับเอกซ์เทอร์มินัล (X Terminals) รวมทั้งการใช้พีซีเป็นเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ เพื่อให้บทความนี้จบลงอย่างสมบูรณ์ในส่วนที่เป็นพื้นฐานเบื้องต้นของเอกซ์วินโดว์

ถึงคราวเอกซ์เทอร์มินัลบ้าง

ในกระแสของผลิตภัณฑ์ที่เป็นคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์นั้นเอกซ์เทอร์มินัลจะอยู่ระหว่างคาแรกเตอร์ (character) เทอร์มินัลกับเวอร์กสเตชั่น อันเนื่องจากว่าถ้าใครสักคนนั่งอยู่หน้าเอกซ์เทอร์มินัลเขาก็จะสามารถท่องเที่ยวผจญภัยไปในเน็ตเวอร์ก ตลอดจนสามารถเข้าไปสู่แอพพลิเคชั่นต่าง ๆ ที่อยู่ในโฮสต์ทั้งหลาย เพื่อที่จะนำแอพพลิเคชั่นเหล่านั้นกลับมาปรากฏบนมัลติเปิ้ล (multiple) วินโดว์ ผลก็คือว่าเอกซ์เทอร์มินัลสามารถใช้ทรัพยากรทางคำนวณให้เกิดมรรคผลสูงสุดได้ ผลอันต่อมาก็คือว่า เทอร์มินัลเช่นนี้จะเข้ามาช่วยลดการลงทุนที่เกี่ยวแก่เดสก์ท้อป mips, ดิสก์ และแรมที่ต้องเปลี่ยนกันอยู่บ่อย ๆ ซึ่งแม้ว่าในกรณีของการใช้เอกซ์เทอร์มินัลนี้อาจต้องสิ้นค่าใช้จ่ายสูงสำหรับเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นโฮสต์ที่จะต้องเร็วมาก ๆ แต่ค่าใช้จ่ายเช่นนี้ก็จะไปพอดีกับค่าใช้จ่ายโดยตรงต่อที่นั่งที่ลดลงไป

โลกของเอกซ์เทอร์มินัลนั้นจำเป็นต้องพึ่งพิงโฮสต์ที่ทำงานเร็ว เช่น พวกเมนเฟรมอันเป็นสัจจะเบื้องต้น จากจุดนี้ก็จะก้าวไปถึงการโยงเอกซ์เทอร์มินัลเข้ากับเครื่องคำนวณที่มีพละอำนาจในระดับเมนเฟรมนั้น นอกจากจะรวมเอาสิ่งที่ดีที่สุดของเน็ตเวอร์กกิ้งกับเทอร์มินัลแอคเซส (access) เข้าไว้ด้วยกันแล้ว ยังสามารถอนุรักษ์ค่าใช้จ่ายอันสูงของเมนเฟรมในแง่ของความคุ้ม ความได้เปรียบอื่นก็ยังมีอีก เนื่องจากเอกซ์เทอร์มินัลนั้นสื่อสารในรูปของอะซิงโครนัส จึงทำให้กราฟิกในเน็ตเวอร์กไม่มาก รวมทั้งค่าบำรุงรักษาที่ต่ำ เพราะเอกซ์เทอร์มินัลไม่มีดิสก์ นอกจากนี้โลกการคำนวณในอนาคตยังฝากความหวังส่วนสำคัญไว้กับเอกซ์วินโดว์และเอกซ์เทอร์มินัลในแง่ที่ว่าจะเข้ามาทำให้ดิสทริบิวเต็ดคอมพิวติ้ง (distributed computing) เป็นไปได้ เพราะจะทำให้เกิดอินเตอร์คอนเน็คชั่นที่เป็นไปในรูปที่มีมาตรฐานเดียวกันโดยไม่ตกอยู่ใต้อิทธิพลของเวนเดอร์รายใด อันเป็นย่างก้าวที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้เครื่องแบบต่าง ๆ สามารถเจรจาสื่อความระหว่างกันได้อย่างรู้เรื่อง ภาพอันกว้างใหญ่ที่สุดในโลกของคอมพิวเตอร์จึงน่าจะเป็นดังที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้น

ผลิตภัณฑ์เอกซ์เทอร์มินัล

ขณะนี้เอกซ์เทอร์มินัลกำลังเป็นเสมือนแม่เหล็กที่ดูดดึงให้เกิดมีผลิตภัณฑ์ด้านนี้ออกมามากพอสมควร แต่ละผลิตภัณฑ์ก็จะแตกต่างกันด้วยขนาดของสกรีน โปรเซสเซอร์คล็อกสปีด (clock) ตลอดจนกระทั่งความเป็นขาว-ดำหรือสี หรือได้มีการรวมเอากราฟิกโคโปรเซสเซอร์เข้าไว้หรือเปล่า อันนี้ก็อยากให้ผู้อ่านดูรูปที่ 2 ที่แสดงรายละเอียดเกี่ยวแก่ผลิตภัณฑ์เอกซ์เทอร์มินัลว่ามีใครบ้างที่กำลังเด่นดังในทางนี้อยู่ โดยจะขอเล่ารายละเอียดเฉพาะผู้ผลิตบางราย เพื่อให้พอเข้าใจสถานภาพสักตัวอย่าง เช่น กรณีของ NCD

Network Computing Devices (NCD) ได้นำหนึ่งในจำนวนเอกซ์เทอร์มินัลแบบแรก ๆ ออกสู่ตลาด เช่น แบบ NCD16 (ขนาดของสกรีนเท่ากับ 16 นิ้ว) ที่วางตลาดเมื่อเดือนมกราคม 1989 และนำ NCD19 ออกขายอีกแบบเมื่อเดือนกรกฎาคมในปีเดียวกัน (ดูรูปที่ 2) โมเดลทั้งสองนี้ให้การสนับสนุน DECnet ที่มีขีดความสามารถในด้านเน็ตเวอร์กมอนิเตอร์ริ่งที่จัดว่าเป็นชั้นดี NCD19 นั้นใช้ไมโครโปรเซสเซอร์แบบ 68020 และมีหน่วยความจำที่ขยายได้จาก 2 ถึง 8 เมกะไบต์ แทนที่จะเป็น 1 ถึง 4.5 เมกะไบต์เหมือนของ NCD16 จุดเด่นในการขายสำหรับ NCD นี้จะอยู่ที่ความสามารถให้ภาพที่คมชัดบนเวอร์กสเตชั่นดิสเพลย์โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เพิ่มขึ้น สรุปแล้วในท่ามกลางผู้ขายเอกซ์เทอร์มินัลใหญ่ ๆ 6 รายที่แสดงในรูปที่ 2 นั้นจะเห็นได้ว่า มีความแตกต่างแปรปรวนในหลาย ๆ อย่าง เช่น ในแง่ของราคานั้นจะมีตั้งแต่ถูกที่สุดคือ 995 เหรียญ-

สหรัฐฯ (ราคา OEM) ของเอเซอร์และยี่ห้อ Xebra 100 จนถึง 8,495 เหรียญสหรัฐฯของ Tektronix ที่น่าสนใจและควรรู้ก็คือว่าของราคาถูกเช่น Xebra 100 นั้นได้ใช้สถาปัตยกรรมของพีซี และไมโครโปรเซสเซอร์ของอินเทล อันเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการดัดแปลงที่อยากจะเน้นให้เห็นในที่นี้ ส่วนที่แพงกว่านี้และมีดีอะไรก็ให้พิเคราะห์ดูได้จากรูปที่ 2 เช่นเคย

คราวนี้ก็มาถึงปัญหาที่ว่าจะมีวิธีพิจารณาใช้เอกซ์เทอร์มินัลแบบต่าง ๆ ได้อย่างไร ซึ่งก็ต้องขึ้นกับว่าจะใช้เทอร์มินัลเช่นนี้ไปทำอะไร ดังได้แสดงหลักเกณฑ์ไว้ในรูปที่ 5 ที่แบ่งลักษณะการใช้ออกเป็น 7 ประเภท ซึ่งผู้แบ่งแยกประเภทก็คือ Visual Technologies ที่ทำเอกซ์เทอร์มินัลขายกับเขาเหมือนกัน ตัวอย่างของการเลือกใช้เอกซ์เทอร์มินัลจะเห็นได้จากงานที่เกี่ยวกับการพิมพ์บนโต๊ะและการทำเอกสารทางเทคนิค (desktop publishing and technical documentation) ที่ต้องการเทอร์มินัลขาว-ดำแบบจอกว้าง เพื่อสามารถแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ได้ชัดเจนชนิดกางเอกสารที่เย็บเล่มออกเป็นสองหน้าที่มีหน้าซ้ายและหน้าขวาให้ดูได้พร้อม ๆ กันบนสกรีน ส่วนการใช้งานในกรณีอื่น ๆ ก็พิจารณาในรูปเดียวกันนี้ โดยดูจากความเหมาะสมเป็นสำคัญ

ใช้พีซีเป็นเอกซ์เซอร์ฟเวอร์

การใช้งานที่เป็นปกติธรรมดาที่สุดสำหรับเอกซ์วินโดว์ก็คือ การวิ่งซอฟต์แวร์เช่นนี้บนเวอร์กสเตชั่นหรือบนเอกซ์เทอร์มินัล แต่ก็ยังมีหนทางอื่น ๆ อีกที่จะนำแอพพลิเคชั่นบนฐานของเอกซ์มาวางบนโต๊ะ นั่นก็คือการใช้พีซีเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ (X server) โดยอาศัยเอกซ์เทอร์มินัลอีมูเลชั่นซอฟต์แวร์เข้าช่วย ซึ่งการใช้พีซีเป็นเอกซ์เซอร์ฟเวอร์นี้จะทำให้ผู้ใช้สามารถแลเห็นแอพพลิเคชั่นที่กระจายอยู่ในจุดต่าง ๆ ของสำนักงานมาปรากฏบนพีซีดิสเพลย์อย่างทันทีทันควัน เช่น ผู้ใช้อาจเปิดวินโดว์ขึ้นมาพร้อม ๆ กันสามอันเพื่อแสดงแอพพลิเคชั่นที่เกี่ยวกับเวิร์ดโปรเซสซิ่ง ดาต้าเบสและกราฟิกที่กำลังดำเนินอยู่ แล้วเปิดวินโดว์ที่สี่อีกอันเพื่อทำการมอนิเตอร์กิจกรรมที่เป็นยูนิกซ์ เช่น อี-เมล์ แต่ละแอพพลิเคชั่นดังกล่าวสามารถวิ่งบนเอกซ์วินโดว์ client ที่อยู่บนฐานยูนิกซ์แต่ละอันบนเน็ตเวอร์กได้โดยอิสระ ประโยชน์ที่เห็นได้ชัด ๆ ของพีซีเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ก็คือความสามารถทำให้คอมพีซีเป็นจำนวนนับล้านที่มีอยู่ในขณะนี้สามารถใช้ประโยชน์จาก "เอกซ์" ได้ ข้อได้เปรียบอื่นก็ยังมีอีก เช่น พีซีเอกซ์เซอร์ฟเวอร์สามารถวิ่งคอมแอพพลิเคชั่นชนิดต่างคนต่างวิ่งได้ ซึ่งเอกซ์เทอร์มินัลจะทำเช่นนี้ไม่ได้

สิ่งที่เอกซ์เซอร์ฟเวอร์ต้องการ

พีซีเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ไม่จำเป็นต้องแพงเสมอไป เพราะการแปลงพีซีเป็นเอกซ์เซอร์ฟเวอร์อาจสิ้นค่าใช้จ่ายแค่ 300 เหรียญสหรัฐฯก็สามารถทำได้แล้ว ทั้งนี้จะขึ้นกับ configuration ของพีซีที่มีอยู่ตลอดจนความต้องการใช้งานบนฐานของเอกซ์ว่ามีอะไรบ้าง ส่วนการเปลี่ยนพีซีให้เป็นเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ ในขั้นแรกจะต้องการระบบที่ใช้โปรเซสเซอร์แบบ 80286 หรือ 80386 โดยมีหน่วยความจำไม่ต่ำกว่า 640K (ซึ่งก็ต้องแล้วแต่การใช้งานอีกที่ในบางครั้งต้องการมากกว่านี้หลายเท่า) พร้อมด้วยเน็ตเวอร์กกิ้งการ์ดชนิด dumb หรือ smart กับ TCP/IP ซอฟต์แวร์พร้อมเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์

ในแง่ของผลิตภัณฑ์ที่เป็นซอฟต์แวร์นั้นมีหลายบริษัทที่ได้นำพีซีเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ออกจำหน่ายแล้ว เช่น Graphic Software Systems ที่ขาย PC-X-VIEW ในราคา 295 เหรียญสหรัฐฯ PC X Sight ของ Locus computing ในราคา 395 เหรียญสหรัฐฯ ทั้ง PC-X-View และ PC X Sight ต่างวิ่งได้ทั้งใน 80286 และ 80386 ส่วน Interactive Systems Corp. ก็มี 386/ix XII Windowing System อันเป็นซิสเต็ม

รูปที่ 5 ข้อพิจารณาในการใช้เอกซ์เทอร์มินัลในงานต่าง ๆ

Application Requirements

The seven categories of early adopters of X terminals and their hardware requirements, both present and eventual.

	Small Tube	Large Tube	Mono	Color	Graphics
Software Development	x	x	x		
Financial/Trading Systems	x	x	x	x	
Office Productivity	x		x	x	
Factory Automation	x		x	x	
Transaction Processing	x		x		
CAD/CAM/CAE	x	x	x	x	x
Desktop Publishing		x	x		

Source: Visual Technologies

ซอฟต์แวร์ที่ยืดขยายไปจากระบบดำเนินงาน 386/ix ยูนิกซ์ ทั้งหมดนี้เป็นการมองเฉพาะข้อได้เปรียบและสิ่งที่คิดว่าจะทำได้ ซึ่งยังไม่ได้พูดถึงปัญหาที่จะมีตามมาพอสมควร ดังจะกล่าวต่อไป

ปัญหาที่ต้องขบให้มาก

ประสิทธิผลของพีซีเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ซีพียู ขนาดของหน่วยความจำ ความคมชัดของดิสเพลย์และการใช้งาน

ผู้เขียนขอเริ่มที่เรื่องของซีพียูก่อนอื่น ซึ่งมีผู้เห็นว่าพีซีเอกซ์เซอร์ฟเวอร์นั้นเป็นสิ่งที่น่าสงสัยอยู่มากพอสมควร ในแง่ของความเป็นไปได้อย่างจริง ๆ จัง ๆ เช่น การใช้เครื่อง 8 ถึง 10 เมกะเฮิรตซ์ 80286 นั้นน่าจะไม่พอเพียงสำหรับเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ และถ้าจะใช้ 386 ล่ะก็ทำไมจึงไม่คิดจะวิ่งยูนิกซ์แบบโลคอล (local) ซึ่งผู้ใช้สามารถฮอตคีย์ (hotkey) ไปมาระหว่างยูนิกซ์ ดอส เอกซ์แอพพลิเคชั่นที่อยู่ไกลออกไปบน virtual terminal จะมิดีกว่าหรือ เพราะไม่น่ามีเหตุผลที่จะใช้ 80386 เป็นพีซีเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ นอกจากว่าผู้ใช้จะสนใจการวิ่งดอสเป็นอันดับแรก ซึ่งจะต้องขึ้นกับว่าในด้านของตลาดนั้นยูนิกซ์พีซีจะแสดงตนออกมาในฐานะของการทำหน้าที่เป็นไฟล์เซอร์ฟเวอร์ พรินเตอร์เซอร์ฟเวอร์ และแอพพลิเคชั่นเซอร์ฟเวอร์ได้เร็วแค่ไหนภายในดอสพีซี เน็ตเวอร์กต่าง ๆ เพราะขณะนี้เรื่องของ connectivity ระหว่างดอสกับยูนิกซ์กำลังมาแรง ซึ่งพีซีเอกซ์เซอร์ฟเวอร์อาจทำหน้าที่ได้เป็นอย่างดีในภาวะแวดล้อมเช่นนี้

ต่อไปก็เป็นเรื่องของหน่วยความจำที่มีเรื่องน่าระวังอยู่หลายด้าน อันเนื่องมาจากว่าพีซีเอกซ์เซอร์ฟเวอร์นั้นมีฐานเป็นดอส เมื่อเป็นเช่นนี้การใช้งานหน่วยความจำจึงสำคัญอย่างอุกฤต เพราะในกรณีเช่นนี้จะมีการใช้หน่วยความจำในการทำหน้าที่ต่าง ๆ หรือสำหรับองค์ประกอบต่าง ๆ อยู่หลายอย่าง สิ่งแรกก็คือจะต้องใช้ส่วนหนึ่งของหน่วยความจำที่มีขนาดค่อนข้างคงที่ในโปรแกรมโค้ดของเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ รวมทั้งการใช้อีกส่วนหนึ่งของหน่วยความจำในการสร้างรูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ บนพีซี (เช่น กรอบของวินโดว์ ไอคอนภายในวินโดว์ หรือซอฟต์แวร์ button) ที่ต่างต้องการคาต้าสตรัคเจอร์ (data structures) บนพีซีทั้งสิ้น นอกจากนี้ก็ยังจะต้องใช้หน่วยความจำอีกจำนวนหนึ่งสำหรับรูปเหลี่ยมต่าง ๆ ที่แฝงอยู่ข้างใน เพื่อรอเวลาให้เรียกออกมาปรากฏบนสกรีน เช่น พูลดาวน์เมนู สุดท้ายก็ต้องมีหน่วยความจำราว 5 ถึง 15K ต่อหนึ่งฟอนต์สำหรับตัวพิมพ์ซึ่งเป็นฟอนต์หลาย ๆ แบบ ฯลฯ วิธีแก้ปัญหาในเรื่องนี้ก็มีผลิตภัณฑ์เช่นของ Graphic Software Systems ที่จะมาปรับปรุงเมมโมรีแมเนจเมนต์สำหรับฐานแบบ 386 โดยใช้โปรแกรมที่เรียกว่า 386MAX ซึ่งจะยินยอมให้พีซีเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์บนฐานของดอสสามารถทะลุขีดจำกัดในด้านหน่วยความจำที่เป็นดอส 640K ได้ จะขอสรุปว่าถ้าการเพิ่มหน่วยความจำเข้าไปจนพอเพียงในตัวพีซี ซึ่งค่าใช้จ่ายในเรื่องนี้ก็จะถีบตัวสูงขึ้นตามไปด้วยนั้น เมื่อถึงจุดหนึ่งแล้วก็ควรพิจารณาใช้เวอร์กสเตชั่นเป็นโมเดลที่ไม่มีดิสก์ ก็จะถูกกว่าราคาที่อาจสูงถึง 6,000 เหรียญสหรัฐ ฯ ในกรณีที่ต้องเพิ่มทั้งหน่วยความจำ รวมทั้งขีดความสามารถในด้านเน็ตเวอร์กและเอกซ์วินโดว์ซอฟต์แวร์เข้าไปในพีซี

ในแง่ของความคมชัดของดิสเพลย์นั้นจะต้องเริ่มด้วยจออีจีเอขนาด 640×480 หรือจอที่ดีกว่านี้สำหรับพีซีเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ขั้นต่ำสุด แต่ถ้าจะใช้กราฟิกการ์ดชนิด high performance เช่น ซูเปอร์วีจีเอขนาด 800×600 หรือ 1024×768 หรือ DGIS ขนาด 1024×768 ก็จะได้เปรียบ เพราะระดับของ graphic performance จะขึ้นกับการวิ่งแอพพลิเคชั่นว่าเป็นอะไร

สุดท้ายก็เป็นเรื่องของแอพพลิเคชั่นหรือการใช้งาน ซึ่งถ้าจะพูดให้สั้นที่สุดก็คือว่า ถ้าการใช้งานทางธุรกิจอุตสาหกรรมเป็นไปได้ในทางปฏิบัติเมื่อใดละลอกแรกของการใช้เช่นนี้ก็จะมุ่งไปที่ CAD/CAE/CASE รวมทั้งงานพิมพ์ที่ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ ตลอดจนการใช้งานทั่ว ๆ ไปในสำนักงาน ซึ่งอันที่จริงแล้วก็ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงนี้ เพราะสุดแต่ว่าใครจะหาทางนำมาใช้ได้แค่ไหนต่างหาก ถ้าเข้าใจลึกซึ้งถึงพื้นฐานของเอกซ์วินโดว์ว่าจะเป็นประโยชน์ในทางไหนได้บ้าง

ตำราเอกซ์วินโดว์

ความงดงามของเอกซ์วินโดว์นั้นซ่อนเร้นอยู่เบื้องหลังความซับซ้อนอันน่าสะพรึงกลัว แต่ก็ไม่จำเป็นจะต้องวิตกอะไรมากนัก เพราะตำราดี ๆ มีมากมาย เล่มแรกที่น่าจะเป็นเบื้องต้นสำหรับแอพพลิเคชั่นโปรแกรมเมอร์ก็คือ Introduction to the X Window System ซึ่งแต่งโดยโอลิเวอร์ โจนส์ ตำราที่เกิดจากผู้ให้กำเนิดเอกซ์วินโดว์จะมีชื่อว่า X Window System : C Library and Protocol Reference โดย อาร์. ดับบลิว. ไชฟ์เลอร์ และเจ. เก็ตตี้ ฯลฯ อันเป็นต้นตำรับสำหรับเรื่องนี้ที่อ่านยากสักหน่อย